

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

2011

Dalimil Hyka

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra 456 – Katedra informatiky

Popis komunikace mezi PC se software MATLAB a měřícím  
převodníkem FISO FTI-10 přes RS232

Communication between FISO FTI-10 and PC using MATLAB  
through RS232



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Dne 28.4. 2011

.....

podpis studenta

## **Abstrakt**

Cílem práce je vytvořit funkční komunikační rozhraní, v programovém prostředí MATLAB, které bude sloužit ke komunikaci přes sériovou linku RS232 s měřicím převodníkem FISO FTI-10. Práce bude také obsahovat popis instrukční sady měřicího převodníku FISO FTI-10.

## **Klíčová slova**

FISO, FTI-10, MATLAB, GUI, RS232, instrukční sada, snímač

## **Abstract**

The object of this work is creating functional communication interfaces, in the MATLAB programming language, which will be used to communicate over a serial line RS232 with measurement converter FISO FTI-10. Work will also include a description of the instruction set measurement converter FISO FTI-10.

## **Keywords**

FISO, FTI-10, MATLAB, GUI, RS232, instruction set, transducer

## Seznam použitých symbolů a zkratek

USB	– Univerzální sériová sběrnice
PLC	– Programovatelný logický automat
DTE	– (Data terminal equipment) V telekomunikacích je tak označeno klientské zařízení
DCE	– (Data communications equipment) V telekomunikacích je tak označeno řídicí zařízení
RS232	– Standart sériové linky
COM	– Název pro rozhraní sériového portu
MATLAB	– Skriptovací jazyk a programové prostředí
GUI	– Uživatelské prostředí, které umožňuje ovládat počítač pomocí interaktivních grafických ovládacích prvků
GUIDE	– Grafické uživatelské prostředí v matlabu poskytující řadu možností pro vytváření GUI

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Popis rozhraní RS232.....	8
2.1. Historie.....	8
2.2. Obecný popis.....	9
2.3. Asynchronní přenos dat.....	10
2.4. Popis konektorů.....	11
2.4.1. RJ45: .....	12
2.4.2. 9ti pinový konektor: .....	13
2.4.3. 25ti pinový konektor: .....	13
2.4.4. Vzájemné propojení jednotlivých pinů 2 rozhraní .....	14
2.5. Délka vedení RS232.....	14
2.6. Přenosové rychlosti a parametry datového přenosu .....	15
2.7. Nastavení RS-232 v operačních systémech windows a linux .....	16
3. Popis instrukční sady a syntaxe FISO FTI-10.....	16
3.1. Specifikace měřicího přístroje FTI-10 .....	17
3.2. Syntaxe FTI-10.....	18
3.3. Instrukční sada FTI-10 .....	18
3.4. Funkce serial .....	20
4. Tvorba komunikačního rozhraní .....	21
4.1. Panel pro připojení .....	22
4.2. Panel pro nastavení systému .....	23
4.3. Panel pro snímač .....	24
4.4. Panel pro měření.....	25
4.5. Panel pro graf .....	26
4.6. Měření .....	26
5. Závěr .....	29
6. Seznam literatury: .....	30
7. Seznam tabulek .....	32
8. Seznam obrázků .....	32
9. Seznam obrázků .....	32



## 1. Úvod

Cílem práce je vytvořit funkční komunikační rozhraní, v programovém prostředí MATLAB, které bude sloužit ke komunikaci přes sériovou linku RS232 s měřicím převodníkem FISO FTI-10.

Před začátkem samotné tvorby komunikačního prostředí jsem se nejprve věnoval důkladnému překladu instrukční sady, abych věděl jaké příkazy instrukční sada poskytuje. Nejdůležitější částí bylo zprovoznění komunikace pomocí příkazů. Jako vývojový nástroj byl použit matlab verze R2010a a R2010b.

Při vytváření komunikačního rozhraní jsem si nejprve vytvořil grafickou podobu aplikace a až poté jsem doprogramoval funkce pro jednotlivé objekty GUI. V mojí práci jsou podrobně popsány všechny části mého GUI.

## 2. Popis rozhraní RS232

### 2.1. Historie

Rozhraní RS232 bylo poprvé představeno roku 1962. Původně bylo vytvořeno pro připojení textových terminálů k jednoduchému modemu nebo k blízkému serveru, později se však RS232 významně rozšířilo. Původně se sériový port používal k propojování počítačů, budování jednoduchých počítačových sítí, k připojení myši či dotykových LCD, dokonce i k připojení některých tiskáren nebo k vysokorychlostním modemům. Roku 1969 proběhla C revize, standart označený jako RS232C, kdy hlavní částí této revize bylo přizpůsobit elektrické charakteristiky v těchto zařízeních.

Vzhledem k tomu, že se využití RS232, tak významně rozšířilo, tak u aplikací pro počítače, tiskárny, testovací zařízení nebyl RS232 považován za standartní, tudíž vznikaly problémy u nestandardních pinů na konektorech obvodů, k chybějící signalizaci nebo dokonce k chybně pracující signalizaci. Běžnou odchylkou od standartu bylo u jednotlivých výrobců řídit signály při sníženém napětí. Standart vyžaduje, aby vysílač používal +12/-12 voltů a aby přijímač dokázal rozlišit napětí až +3/-3 voltů, ovšem někteří výrobci vytvářeli vysílače, co využívaly +5/-5 voltů a označovali je za kompatibilní.

RS232 se stal na mnoho let kompatibilním standartem pro sériovou komunikaci jako bylo například propojení počítače s modemem. Tato situace se změnila po roce 1990, kdy u osobních počítačů bylo rozhraní RS232 vytlačováno USB technologií, ale u průmyslových zařízení (propojení s PLC) a u starších vzorů přídavných zařízení bylo RS232 stále hojně využíváno.

Během dlouholeté historie RS232 byl standart několikrát přejmenován, byl znám jako EIA RS-232, EIA 232 a hlavně jako Tia232. Revize D byla vydána roku 1986. Verze Tia-232-F byla vydána roku 1997. Změny od revize C měly zlepšit harmonizaci s CCIT V.24 standartem a také kompatibilitu se staršími verzemi.

V současné době u osobních počítačů se od používání RS232 téměř úplně ustoupilo a byl nahrazen USB. V porovnání je USB rychlejší, používá nižší napětí a konektor USB je snazší připojit. Navíc obě varianty mají téměř stejně velkou softwarovou podporu u populárních operačních systémů. V některých případech se, ale stále sériového portu u osobních počítačů

využívá jako například pro připojení nepřerušitelného zdroje napájení. Nicméně v průmyslu je tento standart stále hojně používán, v oborech jako je například laboratorní automatizace. V důsledku používání velmi drahé technologie je lepší stále používat rozhraní RS232 než nahradit veškerou technologii novým zařízením používající novější standarty. Navíc moderní průmyslové zařízení jako je PLC, VFDs, je programovatelné i přes RS232. V průmyslu se také využívá modifikace standartu RS232 jako jsou RS422 a RS485.

*V kapitole 2.1. bylo čerpáno z: [5.],[6.]*

## 2.2. Obecný popis

Standart RS232 slouží jako komunikační rozhraní počítačů a dalších elektronických zařízení. RS232 umožňuje vzájemnou sériovou komunikaci dvou zařízení. Zkratka RS232 pochází z anglického Recommended Standard 232. Standart definuje elektrickou charakteristiku a časování signálů, význam signálů, fyzickou velikost.

Rozsah standartu definovaný EIA jako standart RS232C z roku 1969 obsahuje:

- Elektrická charakteristika signálů je vyjádřena jako úroveň napětí,
- přenosovou rychlost, časování a sledovací rychlost, úroveň výdržného napětí, chování při zkratu, maximální kapacita zatížení
- mechanické vlastnosti rozhraní, připojitelné konektory, identifikaci pinů
- funkce každého obvodu v rozhraní konektoru
- standartní podmnožiny obvodu rozhraní pro vybrané telekomunikační aplikace

Standart nedefinuje prvky jako:

- protokoly pro detekci chyb a algoritmy pro kompresi dat
- napájení externích zařízení
- rámování charakterů v datovém proudu
- kódování znaků

RS232 používá 2 napěťové úrovně. Logickou 0 a logickou 1. Logická nula bývá označována jako space state, logická 1 bývá označována jako marking state neboli klidový stav. Logická 1 je indikována zápornou úrovní, logická 0 je přenášena kladnou úrovní výstupních vodičů.

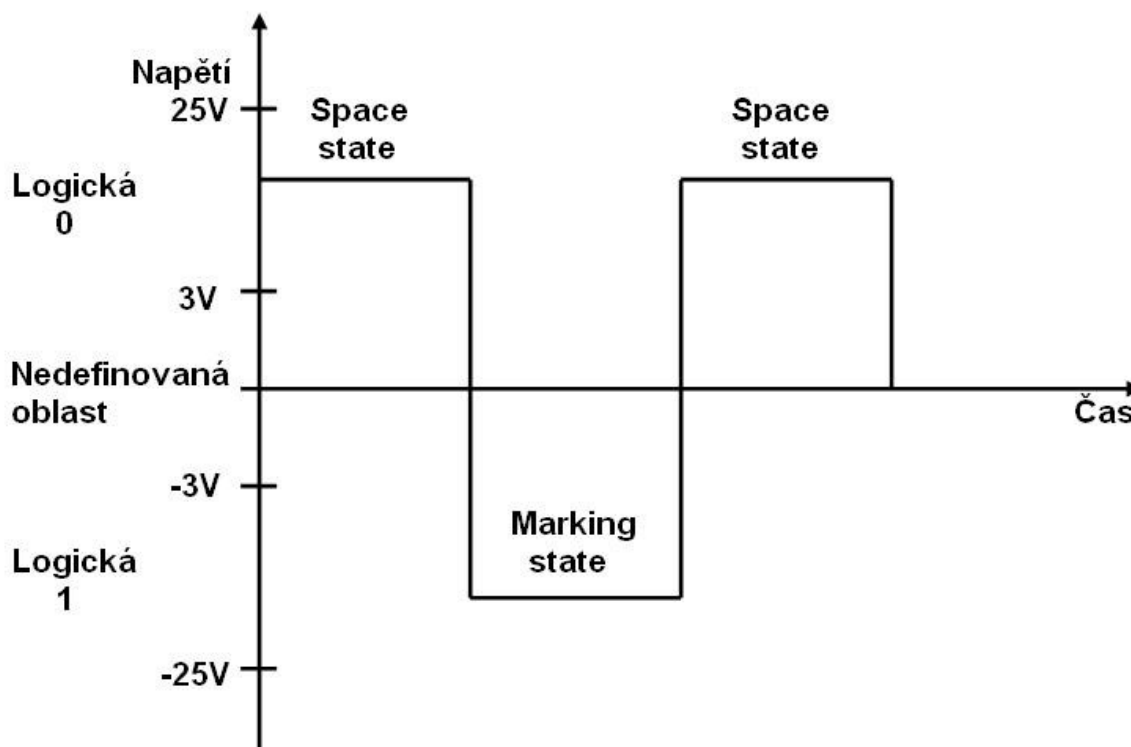
V tabulce 1 a 2 a následně i na obrázku 1 vidíme povolené napěťové úrovně.

Datové signály		
úroveň	Vysílač	příjmač
logická 0	+5V až +15V	+3V až +25V
logická 1	-5V až -15V	-3V až -25V
nedefinované	-3V až +3V	

**Tabulka 1: Hodnoty datových signálů**

Řídící signály		
signal	driver	terminator
off	-5V až -15V	-3V až -25V
on	+5V až +15V	+3V až +25V

**Tabulka 2: Hodnoty řídících signálů**



Obrázek 1: Napěťové úrovně

*V kapitole 2.2. bylo čerpáno z: [2.], [3.], [4.]*

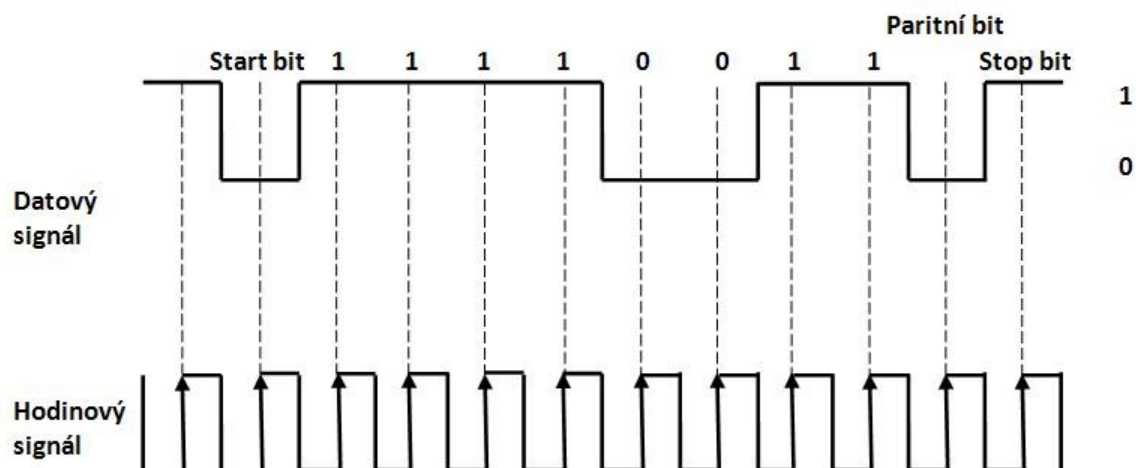
### 2.3. Asynchronní přenos dat

RS232 používá asynchronní přenos informací. Asynchronní přenos dat přenáší data v určitých sekvencích. Data jsou přenášena přesně danou rychlostí a uvozena startovací sekvencí, na kterou se synchronizují přijímací zařízení. Obě strany obsahují vlastní přesný oscilátor, díky kterému se data posílají v přesně definovaných intervalech. Po ukončení sekvence je další příjem opět synchronizován startovní sekvencí.

Základní vlastnosti asynchronního přenosu:

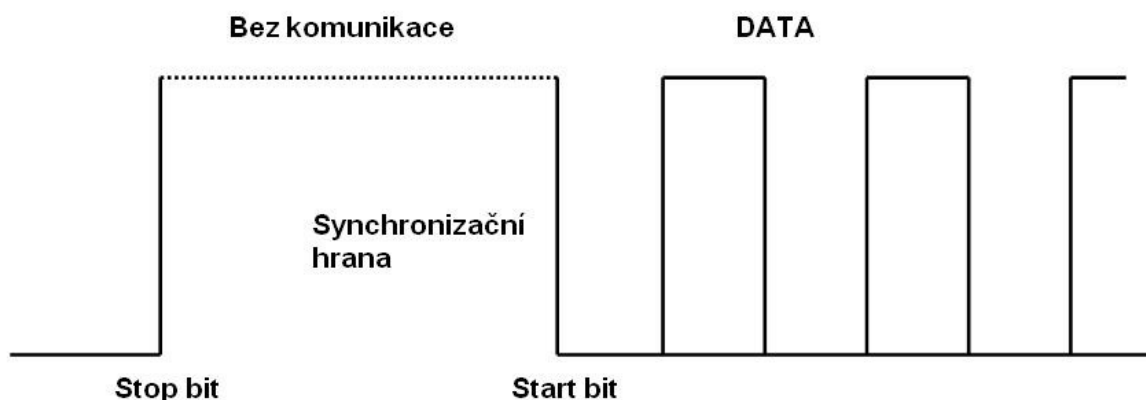
- 20% menší přenosová rychlost užitečných dat, vzhledem k nutnosti startovacích a paritních bitů
- nutnost využití krystalových oscilátorů, tudíž vyšší cena
- možnost použití mezi mnoha zařízeními
- je nutné přesně definovat přenosové rychlosti
- nevhodné pro použití na velké objemy dat, ale vhodné na dlouhá vedení na nichž by synchronizační vodič činil velké finanční náklady

Samotný asynchronní přenos je realizován posíláním přenosových rámců jeden po druhém. Přenosový rámec je kompletní přenosová skupina, tudíž obsahuje přenášená data (5 až 8 bitů, většinou se jedná o 8bitů, ale záleží na konfiguraci), start bit, stop bit, paritní bit. Přenosový rámec je tedy minimální přenesená skupina dat. Na obrázku 2 vidíme jak takový přenosový rámec vypadá.



Obrázek 2: Přenosový rámec

Každý přenesený byte konstantní rychlostí je potřeba synchronizovat. Jak můžeme vidět na obrázku 3, k synchronizaci se používá sestupná hrana start bitu za kterou následují přenášená data.



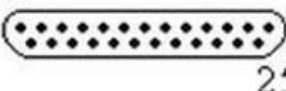

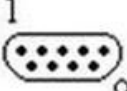

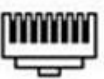

Obrázek 3: Průběh synchronizace

V případě, že chceme dočasně zastavit datový přenos, tak vysílač vygeneruje nepřetržitý impuls v logické 0 po dobu 100-600ms, čímž chce upozornit zařízení, na zastavení datového přenosu.

*V kapitole 2.3. bylo čerpáno z: [4.], [5.]*

## 2.4. Popis konektorů

U RS232 existuje několik rozdílných konektorů. Mezi nejpoužívanější konektory patří 9ti pinový, 25ti pinový a konektor RJ45, který je 8mi pinový. Každý z těchto konektorů se vyrábí ve verzi samec a samice. Na obrázku 4 se můžeme podívat jak takové konektory vypadají.

	Samec	Samice
25ti pinový		
9ti pinový		
RJ45		

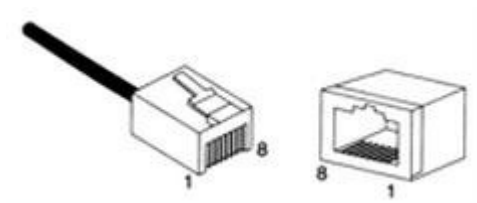
Obrázek 4: Přehled konektorů

Popis signalů používaných u RS232:

- DCD/CD – Data Carrier Detect – Slouží k detekci nosné. Modem oznamuje terminálu, že detekoval nosný kmitočet na telefonní lince.
- RxD – Receive Data – Tok dat z modemu DCE do terminálu DTE.
- TxD - Transmit Data – Tok dat z terminálu DTE do modemu DCE.
- DTR – Data Terminal Ready – Terminál oznamuje tímto signálem modemu, že je připraven komunikovat.
- SGND – Signal Ground – Signalová zem.
- DSR – Data Set Ready – Modem oznamuje tímto signálem terminálu, že je připraven komunikovat.
- RTS – Request To Send - Terminál oznamuje tímto signálem modemu, že komunikační cesta je volná.
- CTS – Clear To Send - Modem oznamuje tímto signálem terminálu, že komunikační cesta je volná.
- RI – Ring Indicator - Modem oznamuje tímto signálem terminálu, že na telefonní lince indikoval signál zvonění.
- Shield – Shield Ground
- NC – No Connection

Rozbor jednotlivých konektorů:

#### 2.4.1. RJ45:

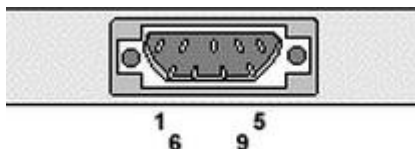


Obrázek 5: Konektor RJ45

Pin	Popis	Nazev	DTE	DCE
1	Ring Indicator	RI	←	→
2	Data Carrier Detect	CD	←	→
3	Data Terminal Ready	DTR	→	←
4	Signal Ground	SGND	--	--
5	Receive Data	RxD	←	→
6	Transmit Data	TxD	→	←
7	Clear To Send	CTS	←	→
8	Request To Send	RTS	→	←

Tabulka 3: Signály konektoru RJ45

#### 2.4.2. 9ti pinový konektor:

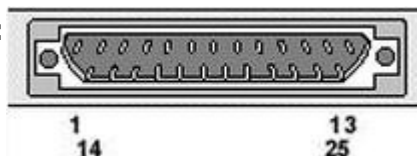


Obrázek 6: 9ti pinový konektor

Pin	Popis	Nazev	DTE	DCE
1	Data Carrier Detect	CD	←	→
2	Receive Data	RxD	←	→
3	Transmit Data	TxD	→	←
4	Data Terminal Ready	DTR	→	←
5	Signal Ground	SGND	--	--
6	Data Set Ready	DSR	←	→
7	Request To Send	RTS	→	←
8	Clear To Send	CTS	←	→
9	Ring Indicator	RI	←	→

Tabulka 4: Signály 9ti pinového konektoru

#### 2.4.3. 25ti pinový konektor:



Obrázek 7: 25ti pinový konektor

Pin	Popis	Nazev	DTE	DCE
1	Shield Ground	Shield	--	--
2	Transmit Data	TxD	→	←
3	Receive Data	RxD	←	→
4	Request To Send	RTS	→	←
5	Clear To Send	CTS	←	→
6	Data Set Ready	DSR	←	→
7	Signal Ground	SGND	--	--
8	Data Carrier Detect	CD	←	→
9-19	-	NC	--	--
20	Data Terminal Ready	DTR	→	←
21	-	NC	--	--
22	Ring Indicator	RI	←	→
23-25	-	NC	--	--

Tabulka 5: Signály 25ti pinového konektoru

## 2.4.4. Vzájemné propojení jednotlivých pinů 2 rozhraní

Pro 9ti pinový konektor

1.konektor		2.konektor	
nazev	pin	nazev	
Receive Data	2	3	Transmit Data
Transmit Data	3	2	Receive Data
Data Terminal Ready	4	6+1	Data Set Ready+ Data Carrier Detect
Signal Ground	5	5	Signal Ground
Data Set Ready+ Data Carrier Detect	6+1	4	Data Terminal Ready
Request To Send	7	8	Clear To Send
Clear To Send	8	7	Request To Send

Tabulka 6: Propojení dvou 9ti pinových konektorů

Pro 25ti pinový konektor

1.konektor		2.konektor	
nazev	pin	nazev	
Receive Data	3	2	Transmit Data
Transmit Data	2	3	Receive Data
Data Terminal Ready	20	6+8	Data Set Ready+ Data Carrier Detect
Signal Ground	7	7	Signal Ground
Data Set Ready+ Data Carrier Detect	6+8	20	Data Terminal Ready
Request To Send	4	5	Clear To Send
Clear To Send	5	4	Request To Send

Tabulka 7: Propojení dvou 25ti pinových konektorů

*V kapitole 2.4. bylo čerpáno z: [2.], [3.], [4.]*

## 2.5. Délka vedení RS232

Standart RS232 nedefinuje přesně délku kabelu, ale místo toho definuje maximální kapacitu. Můžeme říci, že při použití obyčejných kabelů dosáhneme maximální vzdálenosti okolo 15metru, při použití speciálních nízkokapacitních kabelů můžeme dosáhnout délky až 300 metrů. Zvýšení vzdálenosti lze dosáhnout i snížením přenosové rychlosti, což ale nebývá vždy ideální. Ovšem na delší vzdálenosti je lepší používat jiné standarty jako například RS422 nebo RS485.

Existují 3 základní typy propojení. Úplně nejstandartnějším a nejkompatibilnějším propojením je propojení DTE zařízení s DCE zařízením, ve kterém jsou vývody propojeny 1:1 a nazývá se přímé propojení, někdy se můžeme setkat s anglickým názvem straight cable. Dále existují 2 propojení, která se společně označují jako křížené a tím prvním je propojení DTE zařízení a DTE zařízení označované jako null-modem a druhým propojením je propojení DCE zařízení s DCE zařízením označované jako tail circuit.

Také musíme zmínit problémy, které mohou nastat v závislosti na propojovaných zařízeních nebo na použitém kabelu. V případě, že propojujeme přes RS232 2 počítače a každý je připojený v jiné zásuvce, tak před připojením musíme zkontrolovat napětí mezi zeměmi RS232, protože by se

zde mohlo objevit rozdílové napětí až 100V, což by zničilo RS232. Další problém se týká používání nekvalitních kabelů, u kterých by mohlo dojít k vytvoření falešných signálů, což je vznik přeslechu mezi datovými a řídicími signaly. Tento problém se řeší použitím propojení označované jako null-modem.

Jak už jsem se zmínil, že délka kabelu se dá zvětšit snížením přenosové rychlosti, tak v tabulce 8 vidíme hodnoty měření provedené firmou Texas instruments, kdy při snižování přenosové rychlosti se opravdu zvětšovala maximální možná délka kabelu. Testy proběhly v laboratorních podmínkách, tudíž je musíme brát pouze jako orientační, v praxi by hodnoty byly změněny vlivem rušení.

Přenosová rychlost [bd]	Délka vedení[stop]	Délka vedení[metr]
19200	50	15
9600	500	150
4800	1000	300
2400	3000	900

**Tabulka 8: Hodnoty měření přenosových rychlostí**

*V kapitole 2.5. bylo čerpáno z: [4.], [6.]*

## 2.6. Přenosové rychlosti a parametry datového přenosu

Typické přenosové rychlosti sériového portu jsou odvozeny od násobku 300 bitů za sekundu. Výjimečný případ jsou starší zařízení u kterých se můžeme setkat s přenosovými rychlostmi 50, 75, 150 bitů za sekundu. Přenosová rychlost se většinou udává v bitech za sekundu, ale můžeme se setkat i v udávání v Baudrate.

V tabulce 9 máme možnost vidět přenosové rychlosti platné při nastavení vysílače a přijmače na přenos 8mi datových bitů, jednoho start a stop bitu s délkou odpovídající délce běžného bitu. Tohle nastavení se označuje jako 8N1. Vlivem start a stop bitu je 20% přenosové doby ztraceno, jelikož místo užitečných informací jsou posílány synchronizační informace, v praxi je to však přijatelné.

Přenosová rychlost	Doba přenosu jednoho bitu [μs]	Doba přenosu jednoho bytu [ms]
1200	833	8,33
2400	416	4,16
4800	208	2,08
9600	104	1,04
19200	52	0,52
38400	26	0,26
115200	8,6	0,086

**Tabulka 9: Přenosové rychlosti**

Na přijmač a vysílač jsou kladeny poměrně přísné požadavky na dodržení přenosové doby jednotlivých bitů. Odchylka rychlosti pro jeden bit nesmí být větší než 2%, jelikož když uvažujeme to, že máme 8 bitů a jeden start a stop bit dostáváme se k 20%. Dalších 6% je vyhrazeno pro chybu vzniklou detekcí počáteční hrany start bitu a to už se dostáváme na 26%. V případě, že by tedy byla odchylka na bit větší jak 2% riskujeme, že tři prostřední vzorky budou přeneseny chybně.



Nejjednodušším způsobem, bez nároků na výpočetní výkon, jak zajistit a zabezpečit přenos dat je použití parity. Ve vysílacím zařízení dojde k tomu, že se sečtou všechny jedničkové bity a doplní se ještě o paritní bit, tak aby byla splněna předem dohodnutá podmínka sudého nebo lichého počtu jedničkových bitů.

Jsou celkem 4 základní druhy parit. Sudá parita u nichž musí být součet jedničkových bitů a paritního bitu sudý. Dále pak lichá parita u které musí být součet jedničkových bitů a paritního bitu lichý. Další je nulová parita, u které je paritní bit vždy v logické 0 a používá se v případě komunikace 7bitového zařízení s 8mi bitovým. Jako poslední je mark parity u které je paritní bit nastaven na logickou 1.

*V kapitole 2.6. bylo čerpáno z: [4.], [5.]*

## **2.7. Nastavení RS-232 v operačních systémech windows a linux**

U unixových operačních systémů umožňuje jádro unixu přístup k sériovým portům pomocí zařízení, které se typicky nazývají tty

port COM1 je reprezentován zařízením `/dev/ttyS0`

port COM2 je reprezentován zařízením `/dev/ttyS1`

Tyto zařízení se dají otevřít jako soubor a lze do nich zapisovat a také je možno z nich číst.

Pro konfiguraci se používají 2 programy – *setserial* a *stty*.

Kdy program *stty* je pro konfiguraci sériového portu lepší jelikož můžeme jím zobrazit aktuální nastavení sériového portu, ale také nám nabízí více možností nastavení než *setserial*. Vlastnosti sériového portu lze v unixových systémech měnit za běhu.

Příklad nastavení sériového portu COM1 na přenosovou rychlost 19200 b/s, bez parity, 8 datových bitů s hardwarovým handshakingem

```
$ stty 19200 cs8 -parenb crtscts -F /dev/ttyS0
```

V operačních systémech windows jsou všechny vstupní a výstupní porty prezentovány jako soubory, takže práce s porty je hlavně založena na využívání funkcí sloužících pro práci se soubory (*CreateFile*, *CloseHandle*, *ReadFile*, *ReadFileEx*, *WriteFile* a *WriteFileEx*). Pomocí těchto funkcí dochází k vytváření a ukončování spojení, ke čtení nebo zápisu dat a také k nastavení vlastností sériového portu.

Hlavním rozdílem v nastavování RS-232 ve windows a linuxu je množství nabízených přenosových rychlostí. Zatímco windows nabízí pouze několik možných hodnot přenosových rychlostí, tak linux nabízí širokou škálu přenosových rychlostí ať už se jedná o rychlosti nízké či vysoké.

*V kapitole 2.7. bylo čerpáno z: [3.]*

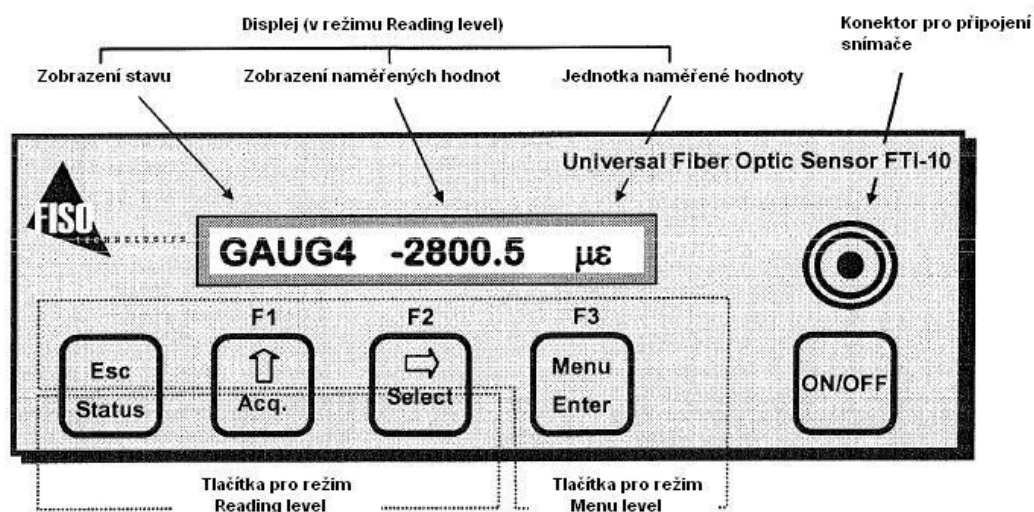
## **3. Popis instrukční sady a syntaxe FISO FTI-10**

Instrukční sada obsahuje celkem 36 příkazů rozdělených do šesti skupin.

### 3.1.Specifikace měřicího přístroje FTI-10

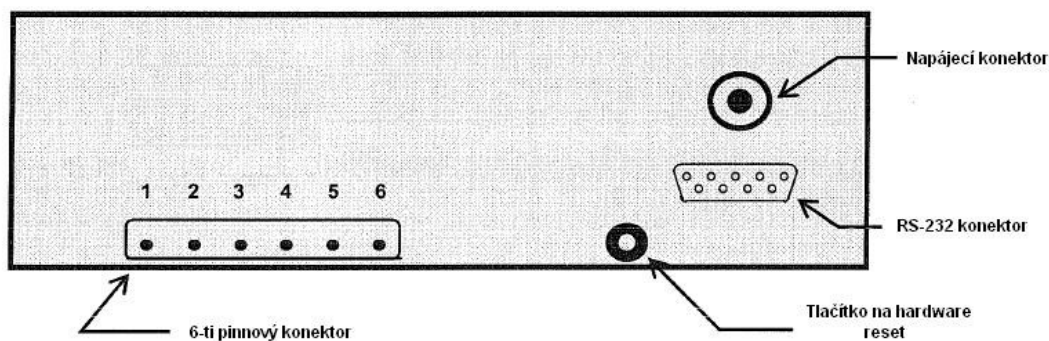
Počet kanálů:	1
Vzorkovací frekvence:	10 Hz
Průměrování:	1 do 500 vzorků
Přesnost:	0,025% z plného rozsahu
Rozlišení:	0,01% z plného rozsahu
Dynamický rozsah:	15 000: 1
Displej:	1 řádek 16 znaků
Analogový výstup:	$\pm 10$ V
Komunikace:	RS-232
Váha:	0,9 kg
Velikost:	(Š × D × V) 90 × 165 × 48 mm
Výdrž baterie:	8 hodin s plně nabitou baterií (0,5W spotřeba energie)
Požadavky na napájení:	12 V DC
Pracovní teplota:	-20°C do 40°C

Pohled na FTI-10 z přední strany



Obrázek 8: FTI-10 přední strana

Pohled na FTI-10 ze zadní strany



Obrázek 9: FTI-10 zadní strana

V kapitole 3.1.bylo čerpáno z:[8],[9.]

## 3.2. Syntaxe FTI-10

FTI-10 může být vzdáleně ovládáno pomocí PC připojeného přes RS232. FTI-10 může být vzdáleně ovládáno pomocí skupiny příkazů. Příkazy uživateli poskytují úplnou kontrolu veškerých funkcí přístroje. Příkazy jsou z levé strany započaty hranatou závorkou ( [ ) a zprava ukončeny také hranatou závorkou ( ] ). Tyto závorky označují příkaz. Cokoliv napsáno uvnitř závorek je bráno jako příkaz. Příkaz musí obsahovat prefix a ve většině případů i argument. Každý řádek znaků vrácených FTI-10 na počítač je zakončen (\n\r). Každý řetězec znaků na stejném řádku je oddělen (t), znaky oddělené mezerou jsou odděleny znakem (v).

Propojení k FTI-10 přes RS232 je realizováno pomocí konektoru DB-9 umístěného na zadní straně FTI-10. Sériová linka musí být nakonfigurována jak je uvedeno níže:

- Přenosová rychlost: 9600
- Parita: ne
- Datové bity: 8
- Stop bit: 1

*V kapitole 3.2. bylo čerpáno z:[9.]*

## 3.3. Instrukční sada FTI-10

Seznam příkazů se dělí do několika skupin:

- příkazy ke komunikaci

Do této skupiny patří pouze jeden příkaz, který slouží k zapnutí funkce auto-shutdown portu RS232.

- příkazy ke sběru dat

Do této skupiny patří příkazy sloužící pro realizaci měření, mezi nejdůležitější příkazy nastavení průměrování, vzorkování, příkazy na stažení naměřených sérií a hlavně příkaz na spuštění měření.

- příkazy k práci s pamětí

Do této skupiny patří příkazy pro práci s pamětí, první příkaz slouží ke smazání paměti, druhý příkaz slouží pro resetování systému.

- příkazy k analogovému výstupu

Do této skupiny patří příkazy pro práci s analogovým výstupem.

- příkazy ke snímači.

Do této skupiny patří příkazy, které souvisí s prací se snímačem, mezi ty nejpodstatnější příkazy patří příkazy pro výpis všech faktorů snímačů, pro přidání a mazání faktoru snímače, pro výběr systému jednotek.

- různé příkazy

Do této skupiny patří příkazy označované jako různé, mezi ty nejdůležitější příkazy patří příkazy pro zjištění času a data, diagnostického reportu, také jsou zde příkazy pro zapnutí nebo vypnutí přístroje.

Podrobný popis všech příkazů se nachází v příloze. Jako příklad ukážu popis nejpoužívanějšího příkazu v mém GUI patřící do skupiny příkazů pro práci s pamětí a tím byl příkaz na vymazání vyrovnávací paměti.

Jméno příkazu:	CLEAR BUFFER
Syntaxe:	[CB]
Parametry:	žádné
Definice příkazu:	Tento příkaz vyčistí obsah vyrovnávací paměti.
Návratová hodnota:	CB\n\r
Možné chyby:	10

Jméno příkazu je anglický název příkazu. Syntaxe značí formát v jakém se má posílat přístroji, v tomto případě u tohoto příkazu nejsou žádné volitelné parametry. Definice příkazu označuje, co příkaz dělá, v tomto případě dojde k vymazání vyrovnávací paměti. Návratová hodnota označuje jakou odpověď dostaneme v případě, že se příkaz úspěšně provede. Možné chyby, značí číslo chyby, která by mohla u tohoto příkazu nastat.

V případě že FTI-10 ovládáme pomocí příkazů na vzdálenou komunikaci, mohou se objevit následující chyby:

Číslo chyby:	1
Význam:	Plná paměť
Popis chyby:	Chyba značí, že již není volná paměť například pro sběr dat nebo pro přidání dalšího faktoru měření ( <i>GAUGE FACTOR</i> ).
Číslo chyby:	2
Význam:	Systém se zastavil
Popis chyby:	Chyba značí, že příkaz nemůže být proveden, jelikož přístroj je ve stavu čekání nebo se provádí diagnostika přístroje.
Číslo chyby:	3
Význam:	Není signál
Popis chyby:	Chyba značí, že příkaz nemůže být proveden, jelikož není signál.
Číslo chyby:	10
Význam:	Chybný parametr
Popis chyby:	Chyba značí, že příkaz nemůže být proveden, jelikož byl poslán se špatným parametrem.
Číslo chyby:	11
Význam:	Příkaz nepovolen
Popis chyby:	Tato chyba je vyhrazena pro budoucí užití.
Číslo chyby:	12
Význam:	Položka nebyla nalezena
Popis chyby:	Chyba značí, že příkaz nemůže být proveden, jelikož byla vybrána neexistující položka.

*V kapitole 3.3. bylo čerpáno z:[9.]*

### 3.4.Funkce serial

V matlabu se funkce *serial* používá pro komunikaci přes RS-232. Komunikace s využitím funkce *serial* lze popsat v 5ti krocích:

1. Vytvoření objektu seriového portu – V systému windows docílíme k vytvoření objektu použitím funkce *serial s = serial()*; v závorce se uvádí název sériového portu pomocí kterého chceme komunikovat, tudíž *s = serial('COM1')*; nebo *s = serial('COM2')*;
2. Připojení zařízení – Připojení se provádí funkcí *fopen*, kdy připojení se realizuje přes vytvořený objekt sériového portu, tudíž *fopen(s)*;
3. Konfigurace vlastností – K nastavení vlastností se používá funkce *set*. Můžeme nastavit velké množství vlastností, k nastavení může dojít hned po vytvoření objektu nebo kdykoliv v době, kdy je objekt stále vytvořen. Pro zjištění konfigurace již vytvořeného objektu se používá funkce *get*.
4. Čtení a zápis dat – K zápisu dat do přístroje se využívají funkce *fprintf*, *fwrite* pro čtení dat ze zařízení se používají funkce *fgetl*, *fgets*, *fread*, *fscanf* nebo *readsync*.
5. Ukončení spojení a uvolnění paměti – V případě, že objekt sériového portu již nebude potřebný, tak ukončíme spojení se zařízením použitím funkce *fclose*, smažeme objekt z paměti funkcí *delete*, poté ještě použijeme funkci *clean*, která slouží k smazání objektu z pracovního prostředí matlabu.

Funkcí *get* můžeme zobrazit všechny vlastnosti vytvořeného objektu sériového portu, ale také si můžeme zobrazit pouze jedinou vlastnost, která nás momentálně zajímá.

*get(s,{'Parity','TransferStatus'})* - Tímto příkazem se dotazujeme konkrétně pouze na paritu a transferstatus, kdy dostaneme odpověď:

```
ans =  
'none' 'idle'
```

Můžeme použít také tečkovou notaci, kdy paritu zjistíme příkazem:

```
s.Parity  
kdy dostaneme odpověď:  
ans =  
none
```

Funkcí *set* docílíme nastavení objektu sériového portu, můžeme nastavovat libovolný počet vlastností

Například když chceme nastavit pouze přenosovou rychlost, tak použijeme příkaz:

```
set(s,'BaudRate',9600);
```

 - nastavíme přenosovou rychlost na 9600Baudů

V případě, že využijeme tečkovou notaci bude příkaz vypadat:

```
s.BaudRate = 9600;
```

Syntaxe ignoruje jestli jsou písmenka velká nebo malá, některé příkazy mají dokonce více možných syntaxí, tudíž příkaz pro nastavení přenosové rychlosti můžeme napsat:

```
set(s,'BaudRate',9600)  
set(s,'baudrate',9600)  
set(s,'BAUD',9600)
```

Ve všech případech je příkaz napsán dobře a bude funkční.

U funkce `set` se můžeme setkat ještě se zvláštním druhem nastavení kdy u nastavované vlastnosti vybíráme možnost ze seznamu v hranatých závorkách, kdy vybraná hodnota je ve složených závorkách. Jako příklad uvádím výběr druhu parity, je vybraná hodnota `none`, což značí, že parita nebude žádná:

```
set(s,'Parity')  
[ {none} | odd | even | mark | space ]
```

Funkce používané pro čtení a zápis dat:

*fprintf* – slouží k zápisu textu do přístroje  
*fwrite* – slouží k zápisu binárních dat do přístroje  
*fgetl* - slouží k přečtení jednoho řádku textu z přístroje a zahodí koncový znak  
*fgets* - slouží k přečtení jednoho řádku textu z přístroje, který obsahuje i koncový znak  
*fread* - slouží ke čtení binárních dat z přístroje  
*fscanf* - slouží k čtení dat z přístroje, které formátuje jako text  
*readsync* – slouží k asynchronímu čtení dat z přístroje

Příklad komunikace mezi matlabem a přístrojem FTI-10 pomocí sériového portu COM1, kdy vytvoříme objekt `s`, nastavíme přenosovou rychlost, vytvoříme spojení, pošleme přístroji příkaz na zjištění sériového čísla a odpověď uložíme do proměnných `diagnostika` a `seriovecislo` a nakonec ukončíme spojení:

```
s = serial('COM1');  
set(s,'BaudRate',9600);  
fopen(s);  
fprintf(s,'[SN]')  
diagnostika = fscanf(s);  
seriovecislo = fscanf(s);  
fclose(s)  
delete(s)  
clear s
```

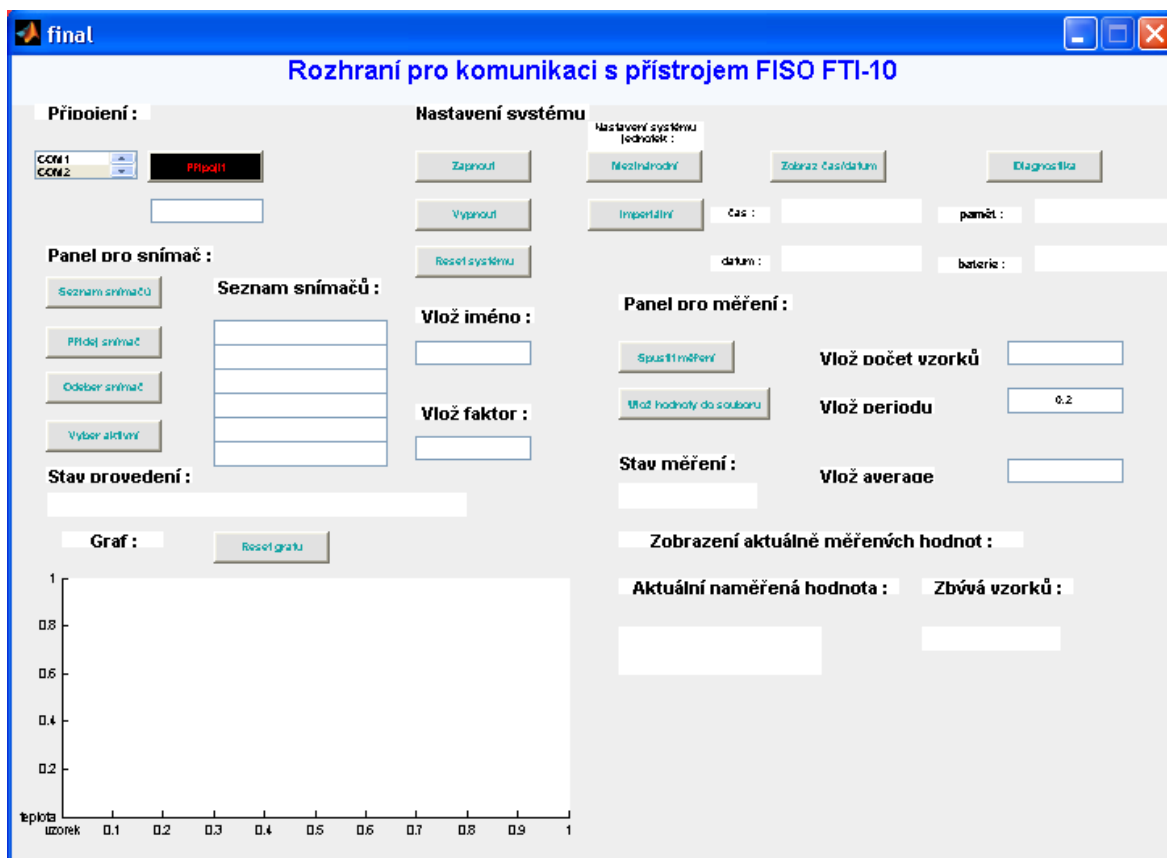
*V kapitole 3.4. bylo čerpáno z:[7.]*

## 4. Tvorba komunikačního rozhraní

Komunikační rozhraní bylo vytvořeno v programovém prostředí MATLAB verze R2010a, R2010b. Jako první jsem vytvořil soubor s příponou `.fig` který představuje grafickou formu celého rozhraní, do něhož jsem vložil všechny objekty GUI a barevně je sladil. Se souborem je spojen soubor s příponou `.m` který obsahuje funkce, které se provedou po vybraní příslušného objektu uživatelem. GUI bylo vytvořené tak, aby bylo pro uživatele přehledné a aby bylo použití aplikace snadné pro každého uživatele.

Rozhraní celkem obsahuje obsahuje 30 textových polí, 12 editovatelných polí, 15 tlačítek, 1 seznam a 1 graf. Rozhraní se skládá z 5 panelů a grafu. Panel pro nastavení systému se nachází v pravé horní části rozhraní, pod ním se nachází panel pro měření. V levé horní části se nachází panel pro připojení pod nímž se nachází panel pro snímač, pod kterým je umístěn panel pro graf. Jednotlivé panely a jak aplikace vypadá můžeme vidět na obrázku 10.

*V kapitole 4. bylo čerpáno z:[1.]*

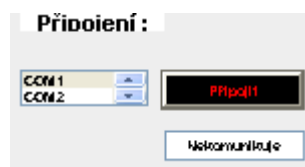


Obrázek 10: Úvodní pohled

#### 4.1. Panel pro připojení



Obrázek 11: Úspěšné připojení



Obrázek 12: Neúspěšné připojení

K přístroji se připojíme, když v seznamu, který se nachází v levé části, vybereme port ke kterému je přístroj připojen a zmáčkneme tlačítko *Připojit*. Potom, co zmáčkneme tlačítko připojit, se vyšle na přístroj testovací příkaz. Jelikož v instrukční sadě neexistuje žádný testovací příkaz, tak jsem jako testovací příkaz zvolil příkaz na smazání vyrovnávací paměti. Po vyslání příkazu se otestuje odpověď od přístroje, v případě, že jsme dostali jako odpověď, že paměť byla úspěšně smazána, tak v editovatelném poli pod tlačítkem dostaneme odpověď připojeno, to můžeme vidět na obrázku 11, v opačném případě dostaneme odpověď nekomunikuje jak můžeme vidět na obrázku 12.

## 4.2. Panel pro nastavení systému



Obrázek 13: Panel pro nastavení systému

V panelu označovaném jako nastavení systému se nachází tlačítka pomocí kterých můžeme zjistit základní informace a také můžeme systém resetovat nebo nastavit soustavu jednotek, panel můžeme vidět na obrázku 13.

Tlačítko *Vypnout* slouží k vypnutí přístroje. Po zmáčknutí tlačítka se nejprve otestuje zda je vytvořené aktivní spojení, v případě, že ano, dojde k odeslání příkazu na přístroj a následnému provedení příkazu. V případě, že by spojení neexistovalo, tak se neprovede nic.

Tlačítko *Zapnout* slouží k zapnutí přístroje.

Tlačítko *Reset systému* slouží k resetu systému a uvede jej do defaultního stavu. Po zmáčknutí tlačítka se nejprve otestuje zda je vytvořené aktivní spojení, v případě, že ano, dojde k odeslání příkazu na přístroj a následnému provedení příkazu. V případě, že by spojení neexistovalo, tak se neprovede nic.

Po zmáčknutí jakéhokoliv tlačítka z následujících 4, dojde ke stejnému postupu provedení. Nejprve se zkontroluje zda je vytvořeno aktivní spojení, v případě že ano dojde k otestování proměné, která slouží ke zjištění zda právě neprobíhá měření a jeho část čtení odpovědi z přístroje, která je víceřádková a případně by mohla být způsobena kolize čtení odpovědi od přístroje a když měření probíhá dojde k výpisu *probíhá měření* do textového pole v panelu snímače. V případě, že měření neprobíhá dojde k výpisu požadované akce do příslušného textového pole.

Tlačítko *Mezinárodní* slouží k nastavení na mezinárodní soustavu jednotek.

Tlačítko *Imperiální* slouží k nastavení na imperiální soustavu jednotek.

Tlačítko *Zobraz čas/datum* slouží k výpisu času a datumu nastaveném na přístroji do textových polí pod tlačítkem.

Tlačítko *Diagnostika* slouží k výpisu stavu baterie a zaplnění paměti do textových polí pod tlačítkem.



### 4.3. Panel pro snímač

FISO 1000	
A 1111111	
AAAAA 1231231	
TMP 4457526	

Obrázek 14: Panel pro snímač

V panelu pro snímač máme možnost si vypsát seznam snímačů, přidat snímač případně smazat snímač nebo vybrat snímač jako aktivní, panel můžeme vidět na obrázku 14.

Tlačítko *Seznam snímačů* slouží pro výpis snímačů v seznamu. Po zmáčknutí tlačítka dojde k otestování zda je spojení aktivní v případě, že ano dojde k odeslání příkazu na přístroj, přečtení odpovědi přístroje a následnému odfiltrování nepotřebných znaků a vypsání do editovatelných polí.

Tlačítko *Přidej snímač* slouží k přidání snímače se jménem vloženém v editovatelném poli pod nápisem *vlož jméno* a s faktorem vloženém v editovatelném poli pod nápisem *vlož faktor*. Po zmáčknutí tlačítka dojde k otestování zda je spojení aktivní a následnému zkontrolování jestli jsou zadané informace uživatelem ve správném formátu, informaci o tom zda se přidání povedlo nebo kde byla chyba obdržíme v textové poli pod nápisem *Stav provedení*. Po úspěšném vložení dojde automaticky k provedení tlačítka *Seznam snímačů*, abychom viděli, že opravdu došlo k vložení snímače.

FISO 1000	
A 1111111	
asdf 1231231	
TMP 4457526	

Obrázek 15: Panel pro snímač 2

Tlačítko *Odeber snímač* slouží k odebrání snímače s faktorem vloženém v editovatelném poli pod nápisem *vlož faktor*. Po zmáčknutí tlačítka dojde k otestování zda je spojení aktivní a následnému zkontrolování jestli je zadaný faktor snímače ve správném formátu, informaci o tom zda se odebrání povedlo nebo kde byla chyba obdržíme v textovém poli pod nápisem *Stav provedení*, neúspěšné vložení můžeme vidět na obrázku 15. Po úspěšném odebrání dojde k provedení tlačítka *Seznam snímačů*, abychom viděli, že došlo k smazání snímače.

Tlačítko *Vyber aktivní* slouží k vybrání aktivního snímače s faktorem vloženém v editovatelném poli pod nápisem *vlož faktor*. Po zmáčknutí tlačítka dojde k otestování zda je

spojení aktivní a následnému zkontrolování jestli je zadaný faktor snímače ve správném formátu, informaci o tom zda se nastavení povedlo nebo kde byla chyba obdržíme v textovém poli pod nápisem *Stav provedení*.

Editovatelné pole pod nápisem *Vlož jméno* slouží pouze pro přidávání snímače, kdy do něj vkládáme jméno, kterým chceme pojmenovat přidávaný faktor.

Editovatelné pole pod nápisem *Vlož faktor* slouží pro přidávání/odebírání/vybrání aktivního snímače, kdy do něj vkládáme faktor, kterým chceme přidat/odebrat/nastavit jako aktivní.

Textové pole pod nápisem *Stav provedení* slouží k informování uživatele o stavu provedení vybrané akce.

#### 4.4. Panel pro měření

**Panel pro měření :**

**Spustit měření**      **Vlož počet vzorků**      200

**Ukončit ukládání**      **Vlož periodu**      2

**Stav měření :**      **Vlož average**      0.1

**Doměřeno**

**Zobrazení aktuálně měřených hodnot :**

**Aktuální naměřená hodnota :**      **Zbývá vzorků :**

**26.45**      **174**

Obrázek 16: Panel pro měření

Panel pro měření slouží k nastavení hodnot pro měření, dále taky pro zobrazení informací o aktuálně prováděném měření, panel můžeme vidět na obrázku 16.

Tlačítko *Ulož hodnoty do souboru* slouží k vybrání souboru do kterého chceme ukládat naměřené hodnoty, máme možnost si vybrat z dvou přednastavených formátů. V případě že ukládáme již hodnoty do souboru, tak nápis na tlačítku je *Ukončit ukládání* a tlačítko slouží k ukončení ukládání do souboru. Možností *Ukončit ukládání* dojde v případě, že máme vybraný soubor s příponou .mat k uložení celé matice do vybraného souboru. U souboru s příponou .txt se provádí ukládání do souboru průběžně po každé změřené hodnotě.

Tlačítko *Spustit měření* slouží ke spuštění měření, v případě že se již měří, tak nápis na tlačítku je *Ukončit měření* a tlačítko slouží k ukončení měření.

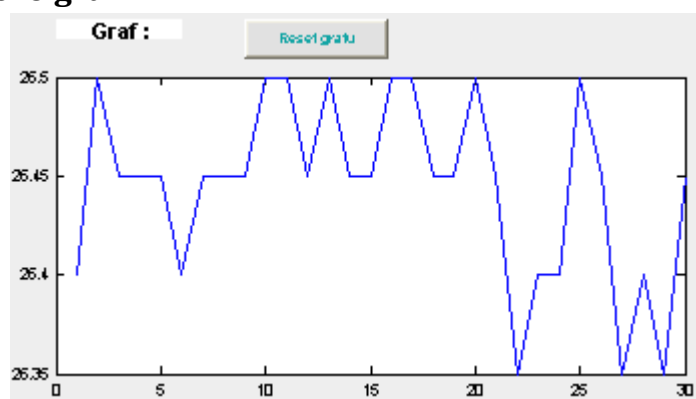
Editovatelné pole vedle nápisu *Vlož počet vzorků* slouží k vložení počtu vzorků, který chceme měřit. V případě, že není počet vzorků zadán, měření se nespustí. Po potvrzení vkládané hodnoty dojde k otestování zda je spojení aktivní, v případě že ano, dojde k vložení počtu vzorků do globální proměnné a vypsání hodnoty do příslušného textového pole.

Editovatelné pole vedle nápisu *Vlož periodu* slouží k vložení periodu se kterou chceme měřit. Po potvrzení vkládané hodnoty dojde k otestování zda je spojení aktivní, v případě že ano

a vložená perioda je menší než nejmenší nastavitelná perioda, tak dojde k automatickému nastavení na minimální možnou periodu a výpisu do příslušného editovatelného pole. V případě, že je nastavené průměrování a vložená perioda je menší než hodnota průměrování dojde také k nastavení minimální možné periody.

Editovatelné pole vedle nápisu *Vlož average* slouží k nastavení doby průměrování. Po potvrzení vkládané hodnoty dojde k otestování zda je spojení aktivní, v případě že ano a vložená doba průměrování je menší než nejmenší možná, tak dojde k automatickému nastavení na minimální možnou dobu průměrování a výpisu do příslušného editovatelného pole. V případě, že vložíme hodnotu, která bude větší než již nastavená perioda dojde k přenastavení periody na nejmenší vhodnou hodnotu. V případě, že uživatel nezadá žádnou hodnotu průměrování, tak se automaticky nastaví nejmenší možná hodnota 0.1s.

#### 4.5. Panel pro graf

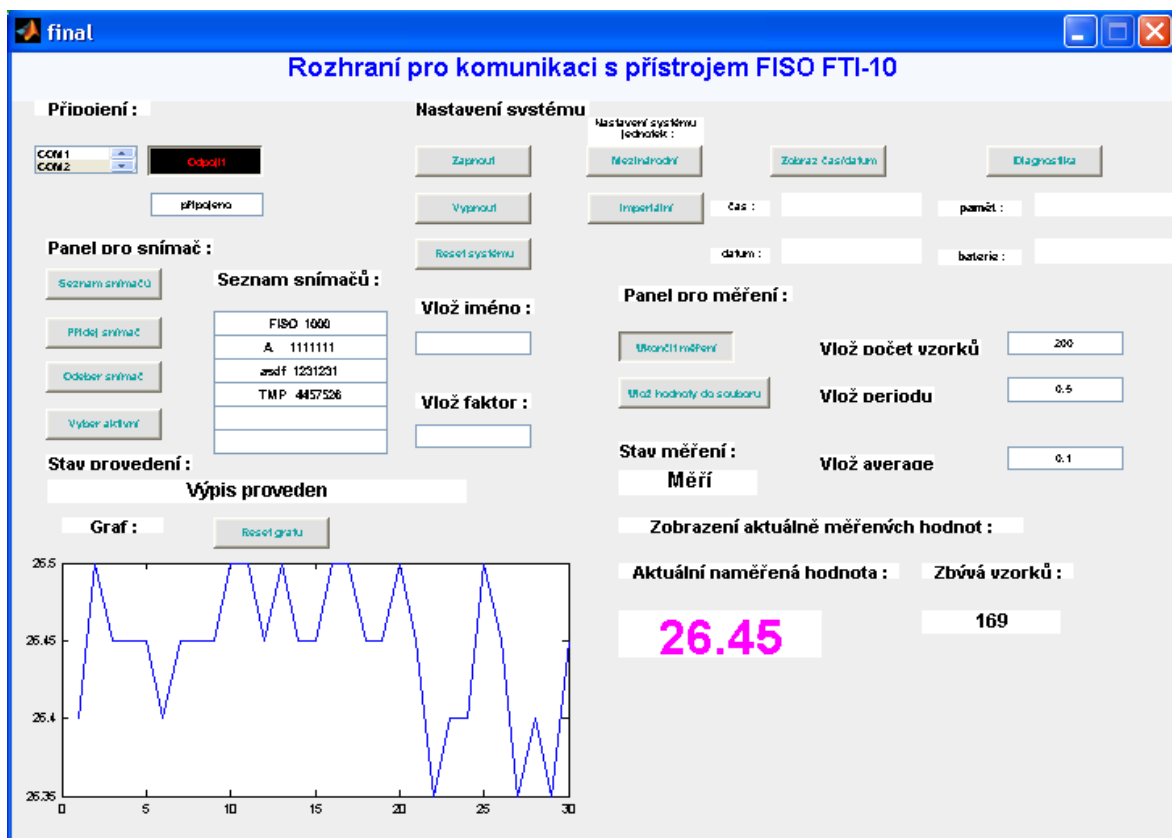


Obrázek 17: Graf

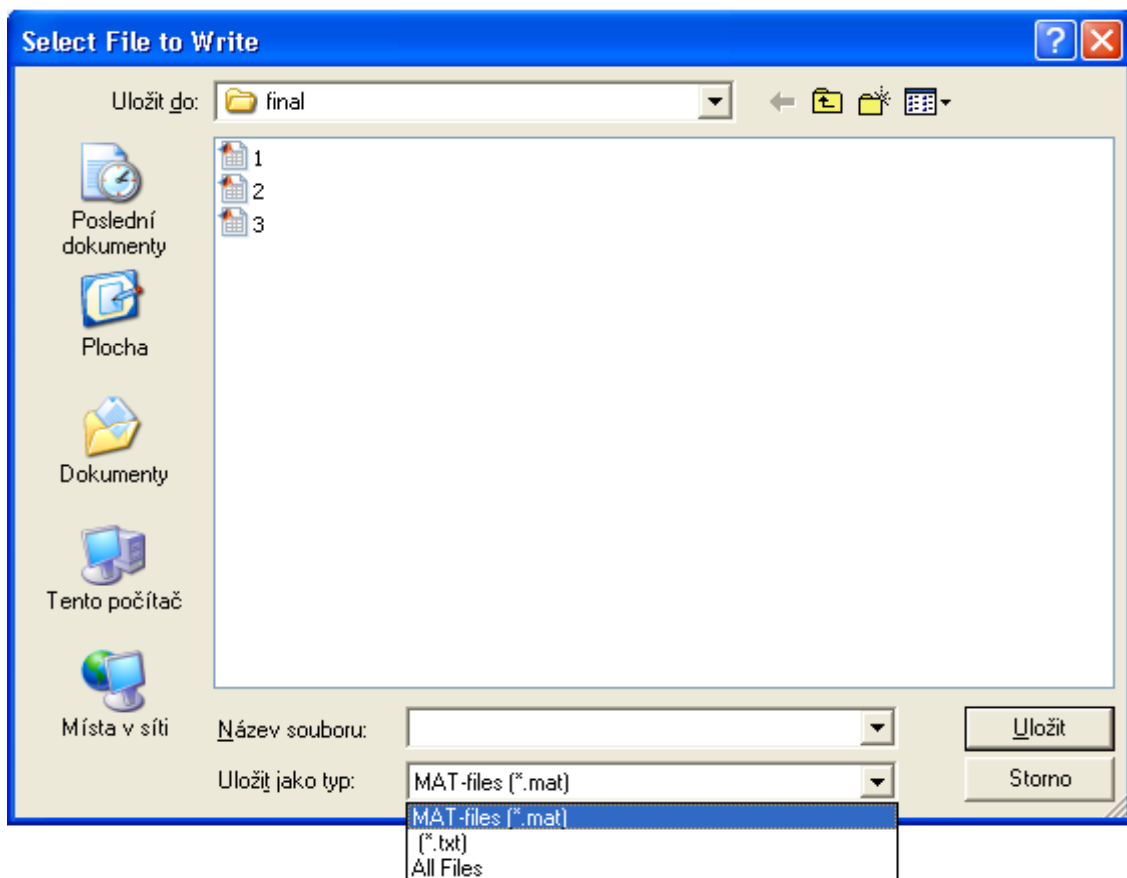
Panel pro graf slouží k zobrazení naměřených hodnot a tlačítkem pro možnost graf vymazat. V grafu se zobrazují naměřené hodnoty po celou dobu měření. Graf zobrazí 100 vzorků a pak pomocí překopírování do pomocných polí dojde k odstranění 5 vzorků z levé strany a zobrazení 5 nových na straně pravé. Tlačítko *Reset grafu* slouží k resetování grafu.

#### 4.6. Měření

Před spuštěním měření musíme nastavit počet vzorků, který chceme měřit, dále periodu se kterou chceme měřit a můžeme nastavit i dobu průměrování, ale není to nutné. Dále v případě, že budeme chtít ukládat naměřené hodnoty do souboru, tak si pomocí tlačítka *Ulož hodnoty do souboru*, které nám otevře okno jenž vidíme na obrázku 19, vybereme soubor do něhož chceme ukládat, přednastavené jsou formáty .txt a .mat, Oba formáty jsou výhodné pro uživatele, soubor s příponou .txt můžeme využít pro další práci s naměřenými hodnotami v jiných programech, ale především formát .mat, kdy se hodnoty ukládají do matice a data tak je snadné načíst do matlabu a dále zpracovávat.

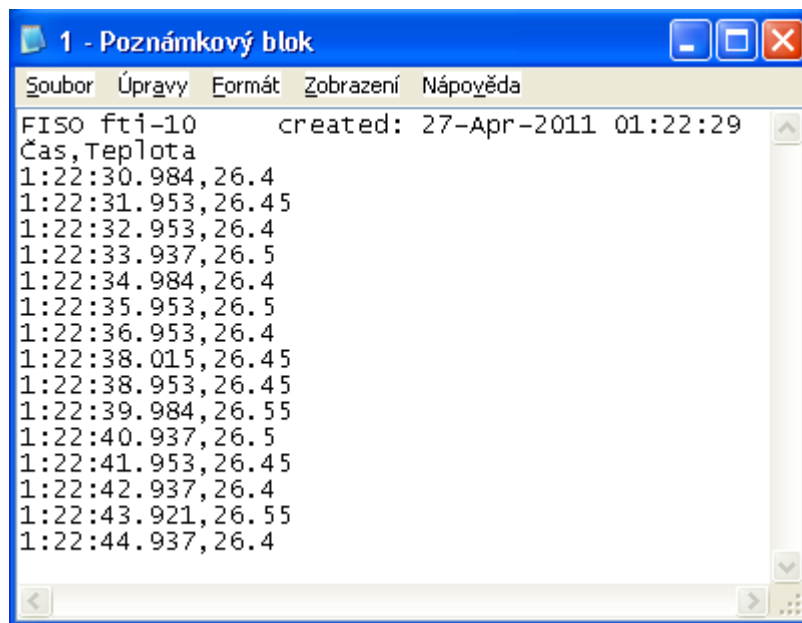


Obrázek 18: Měření



Obrázek 19: Výběr souboru

Po zmáčknutí tlačítka *Spustit měření* dojde ke spuštění měření. V textovém poli pod nápisem *Stav měření* můžeme sledovat zda probíhá měření nebo je již doměřeno. V textovém poli pod nápisem *aktuální naměřená hodnota* se zobrazuje aktuálně změřená hodnota, která je rovněž okamžitě zaznamenávána do grafu. V textovém poli pod nápisem *Zbývá vzorků* se nám postupně odečítají změřené vzorky a vidíme kolik vzorků schází do konce měření. V průběhu měření můžeme kdykoliv měření přerušit nebo ukončit ukládání do souboru. Po dokončení měření v případě, že jsem ukládali do souboru se můžeme podívat na naměřené hodnoty, na obrázku 20 vidíme naměřené hodnoty v souboru s příponou .txt, na obrázku 21 vidíme naměřené hodnoty v souboru .mat.



Obrázek 20: Textový soubor

mat_hodnota <25x1 double>	
	1
1	27.9000
2	27.9000
3	27.8500
4	27.9000
5	27.9500
6	27.9000
7	27.9500
8	27.8500
9	27.8500
10	27.9000
11	27.9000
12	27.8500

Obrázek 21: Matice

Po zmáčknutí tlačítka *Spustit měření* dojde ke kontrole zda je spojení aktivní, dále ke kontrole jestli uživatel nastavil průměrování, v případě že ne, dojde k nastavení průměrování na minimální možnou hodnotu. Pak se provede kontrola zda je nastavený počet vzorků větší jak nula, v případě, že ano dojde k vytvoření timeru, který volá funkci na změření jednoho vzorku.

Tato funkce je volána timerem dokud počet vzorků není roven nule nebo nebylo měření ukončeno zmáčknutím tlačítka, pak by došlo k zastavení timeru a jeho smazání.

Přístroj ukládá naměřené hodnoty do sérií, kterých může být 99. V mojí aplikaci provádím vždy měření pouze jednoho vzorku, který si hned následně z přístroje stáhnu a okamžitě jej vypíšu do textového pole, do grafu, případně do matice nebo souboru. V případě, že je v paměti 99 naměřených sérií dojde k vymazání paměti. K vymazání paměti dojde také při ukončení měření z důvodu přípravy na další měření.

## 5. Závěr

Podarilo se mi v programovém prostředí matlab vytvořit funkční komunikační rozhraní mezi PC a měřícím převodníkem FISO FTI-10, které lze snadně ovládat.

Pomocí aplikace je možné nastavit základní parametry měřícího převodníku, také máme možnost pomocí aplikace spravovat seznam snímačů, ve kterém máme možnost snímače přidávat, smazat nebo nastavit jako aktivní.

Stěžejní částí celé aplikace je měření u kterého máme možnost dobu průměrování, periodu. Naměřená data můžeme ukládat data ve dvou formátech, kdy první formát je standardizovaný format csv a druhý formát je matice, kterou lze v matlabu snadno načíst a dále s ní pracovat. Naměřená data se nám taky okamžitě zakreslují do grafu.

## 6. Seznam literatury:

- [1.] ZAPLATÍLEK, K.; DOŇAR, B. [i]MATLAB: tvorba uživatelských aplikací.[/i] Vydání 1. Praha, BEN - technická literatura, 2004. 215 s. ISBN 80-7300-133-0.
- [2.] Www.arcelect.com [online]. 2010 [cit. 2010-12-21]. RS232 Data Interface . Dostupné z WWW: <<http://www.arcelect.com/rs232.htm>>.
- [3.] Www.beyondlogic.org [online]. 2010 [cit. 2010-12-26]. RS232 Port. Dostupné z WWW: <<http://www.beyondlogic.org/serial/serial.htm>>.
- [4.] Www.hw.cz [online]. 12-12-2005 [cit. 2010-12-27]. Sériová linka RS232. Dostupné z WWW: <<http://hw.cz/rs-232>>.
- [5.] Www.root.cz [online]. 27-11-2008 [cit. 2010-12-22]. Sériový port RS232C. Dostupné z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/seriovy-port-rs-232c/>>.
- [6.] Rs232. In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , last modified on 16-04-2011 [cit. 2011-04-23]. Dostupné z WWW:<<http://en.wikipedia.org/wiki/Rs232>>.
- [7.] Www.mathworks.com [online]. 2011 [cit. 2011-02-10]. Webové stránky MathWorks. Dostupné z WWW: <<http://www.mathworks.com>>.
- [8.] Www.fiso.com [online]. 2010 [cit. 2011-02-05]. FTI-10 Datasheet. Dostupné z WWW: <<http://www.fiso.com/admin/useruploads/files/fti-10.pdf>>.
- [9.] FTI-10 Operating manual 10Hz sampling rate version : User Guide MAN-00007R7. [s.l.] : FISO Technologies, 2005. 52 s.

## **Příloha**

Zdrojový kód programu je uložen v souboru final.m, grafická část GUI je uložena v souboru final.fig. Všechny soubory tvoří přílohu tištěné verze této práce a jsou umístěny na samostatném nosiči CD-ROM, kde je také umístěn operační manuál přístroje FTI-10.



## **7. Seznam tabulek**

Tabulka 1: Hodnoty datových signálů [4]  
Tabulka 2: Hodnoty řídicích signálů [4]  
Tabulka 3: Signály konektoru RJ45 [2]  
Tabulka 4: Signály 9ti pinového konektoru [2]  
Tabulka 5: Signály 25ti pinového konektoru [2]  
Tabulka 6: Propojení dvou 9ti pinových konektorů [4]  
Tabulka 7: Propojení dvou 25ti pinových konektorů [4]  
Tabulka 8: Hodnoty měření přenosových rychlostí [4]  
Tabulka 9: Přenosové rychlosti [5]

## **8. Seznam obrázků**

Obrázek 1: Napětové úrovně [4]  
Obrázek 2: Přenosový rámec [5]  
Obrázek 3: Průběh synchronizace [4]  
Obrázek 4: Přehled konektorů [2]  
Obrázek 5: Konektor RJ45 [4]  
Obrázek 6: 9ti pinový konektor [4]  
Obrázek 7: 25ti pinový konektor [4]  
Obrázek 8: FTI-10 přední strana [9]  
Obrázek 9: FTI-10 zadní strana [9]  
Obrázek 10: Úvodní pohled  
Obrázek 11: Úspěšné připojení  
Obrázek 12: Neúspěšné připojení  
Obrázek 13: Panel pro nastavení systému  
Obrázek 14: Panel pro snímač  
Obrázek 15: Panel pro snímač 2  
Obrázek 16: Panel pro měření  
Obrázek 17: Graf  
Obrázek 18: Měření  
Obrázek 19: Výběr souboru  
Obrázek 20: Textový soubor  
Obrázek 21: Matice

## **9. Seznam příloh**

I. final.fig  
II. final.m  
III. FISO\_FTI\_10.pdf  
IV. hyk031\_BakalarskaPrace\_2011.pdf